

PEST MANAGEMENT

Seleção de Genótipos Resistentes de Amendoineiro a *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) com Base em Análises Multivariadas

RAFAEL M PITTA, ARLINDO L BOIÇA JR, FLÁVIO G DE JESUS, SÔNIA R A TAGLIARI

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Depto de Fitossanidade, Via de acesso Prof Paulo Donato Castellane s/n, 14884-900 Jaboticabal, SP, Brasil; pittarm@hotmail.com, aboicajr@fcav.unesp.br, fgjagronomia@zipmail.com.br, sotagliari@hotmail.com

Edited by André L Lourenção – IAC

Neotropical Entomology 39(2):260-265 (2010)

Selection of Resistant Peanut Genotypes to *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) Supported by Multivariate Analysis

ABSTRACT - The velvetbean caterpillar *Anticarsia gemmatalis* Hübner attacks peanut leaves, and the use of resistant varieties has directly contributed to ecological and economic aspects of pest control. The aim of this work was to select resistant peanut genotypes to *A. gemmatalis* using cluster analyses (dendrogram obtained by Ward's methods and *K-means*) and Principal Components analysis for data interpretation. The evaluated genotypes were: IAC 5, IAC 8112, IAC 22 and IAC Tatu ST with upright growth habit, and IAC 147, IAC 125, IAC Caiapó and IAC Runner 886 with runner growth habit, and soybean genotype BR 16 as a susceptible control. The biological parameters: leaf consumption, larval (4^o instar) and pupal (24h old) weight, larval and pupal development time and adult longevity were evaluated at laboratory conditions. The genotypes IAC 147 and IAC Runner 886 were resistant to *A. gemmatalis* in both cluster tests, grouping apart from most of the other genotypes. Both dendrogram and *K-means* methods provided satisfactory biological explanation, and they can be complementary used together with Principal Component and vice-versa. These results suggest that cluster analyses may be an important statistical tool in the selection of host plant resistance.

KEY WORDS: Host plant resistance, *Arachis hypogea*, velvetbean caterpillar, biological parameter

A lagarta de *Anticarsia gemmatalis* Hübner ataca as folhas do amendoineiro em todos os estádios de desenvolvimento da planta, apresentando maior atividade à noite, podendo em grandes infestações causar desfolhamento completo da cultura, incluindo a destruição dos brotos terminais, sendo considerada praga do amendoim há décadas (Sichmann 1963, Martin 1987).

Diante dos danos causados pelas pragas, normalmente empregam-se inseticidas sintéticos, que proporcionam efetivo controle e, na maioria das vezes, baixo custo de utilização. Entretanto, seu efeito é local e passageiro e, devido ao uso indiscriminado, casos de resistência de insetos a inseticidas vêm ocorrendo, além de seus impactos nocivos ao agroecossistema. O uso de variedades resistentes vem colaborar, diretamente, do ponto de vista ecológico e econômico, pois a aquisição de materiais com essas características dispensa qualquer conhecimento do agricultor sobre a praga, bem como serviços extras de mão-de-obra, o que torna interessante essa forma de controle (Lara 1991).

Estudos de resistência de genótipos de amendoim a pragas são limitados e, dentre eles, são encontrados trabalhos com os tripes *Enneothrips flavens* (Moulton) e

Frankliniella fusca (Hinds) (Gabriel *et al* 1996, Moraes *et al* 2005). Outras pragas que se destacam são as lagartas *Stegasta bosquella* (Chambers) e *A. gemmatalis*, que constituem os principais agentes de danos causados a essa cultura (Scarpellini & Nakamura 2002).

Trabalhos que estudam a resistência de plantas a insetos levam em consideração diversos parâmetros da fase jovem e adulta do herbívoro; entretanto, estes são analisados individualmente por ferramentas estatísticas univariadas, apesar de tratar-se do mesmo indivíduo avaliado. Métodos que analisem todos os parâmetros biológicos do inseto concomitantemente, propiciando a formação de grupos de genótipos similares em função de todas as informações coletadas durante o ensaio, tornam-se interessante para estudos de resistência de plantas a insetos, dado que muitos fatores estão inter-relacionados de maneira que seus diferentes efeitos não podem ser significativamente interpretados de forma separada.

Os métodos de análise de agrupamentos permitem classificar indivíduos ou objetos em grupos de forma a maximizar sua homogeneidade dentro de grupos e maximizar sua heterogeneidade entre os grupos, definindo-os em dois

grupos: hierárquico e não-hierárquico. O método hierárquico pode ser executado pelo método de aglomeração e divisão. Os resultados de ambos os procedimentos hierárquicos podem ser dispostos em um diagrama de duas dimensões conhecido como dendrograma, nos quais os objetos são agrupados de acordo com suas similaridades (Du Toit *et al* 1986).

O método não-hierárquico difere do hierárquico, pois a quantidade de classes formadas é determinada antes da realização da análise, com o objetivo de minimizar a variabilidade dentro do conjunto e maximizar a variabilidade entre os conjuntos (Sneath & Sokal 1973).

Objetivou-se com este estudo, selecionar genótipos de amendoimzeiro com características antibióticas e/ou antixenóticas a *A. gemmatalis*, utilizando dois tipos de análises multivariadas e análise de componentes principais para a interpretação dos dados.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em sala climatizada com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 12h. Foram estudados quatro genótipos de hábito ereto: IAC 5, IAC 8112, IAC 22 e IAC Tatu ST e, quatro genótipos de hábito rasteiro: IAC 147, IAC 125, IAC Caiapó e IAC Runner 886, mais o genótipo de soja BR 16, como padrão comparativo de suscetibilidade a *A. gemmatalis* (Piubelli *et al* 2003, 2005).

Os genótipos foram semeados no campo (15 m de cada genótipo) e adubados com adubo correspondente à formulação de 04-14-08 na dose de 300 kg ha^{-1} , não se realizando aplicações de inseticidas ou fungicidas.

As lagartas utilizadas no experimento foram de 1º ínstar, providas de criação de laboratório, seguindo Hoffmann-Campo *et al* (1985). Foram utilizados 45 indivíduos por

genótipo, mantidos em grupos de três, mantidos em placas de Petri com 15 cm de diâmetro com papel filtro umedecido, totalizando 15 repetições. Folhas do terço médio de plantas com 40 dias após a emergência foram coletadas e fornecidas aos insetos diariamente. Antes de serem oferecidas às lagartas, as folhas eram imersas em solução aquosa de hipoclorito de sódio a 0,5% por 2 min para descontaminação e, posteriormente, lavadas em água destilada.

Para obter o consumo foliar de *A. gemmatalis*, a área das folhas fornecidas às lagartas e as sobras (porções não consumidas pelas lagartas) foram medidas com a utilização do medidor de área foliar LICOR LI 3100, permitindo assim quantificar o consumo alimentar diário.

Além do consumo, foram avaliados os parâmetros biológicos: peso de lagartas no 4º ínstar e de pupa com 24h de idade, período larval e pupal e longevidade. Para avaliar a longevidade, seis machos e seis fêmeas de cada genótipo foram mantidos individualizados em pequenas placas de 5 cm de diâmetro, sem alimentação, a fim de verificar as reservas próprias do inseto que os genótipos forneceram.

Para análise dos dados, utilizou-se o método hierárquico de agrupamento em dendrograma pelo método de aglomeração de Ward. A segunda análise foi realizada com o método não-hierárquico *K-means*, com três, quatro, cinco e seis grupos, utilizando em ambos os métodos a distância euclidiana. Posteriormente, analisaram-se os componentes principais. Para realização das análises e confecção dos gráficos, utilizou-se o software STATISTICA versão 6.0 (2001).

Resultados e Discussão

As análises pelo método de dendrograma indicaram a formação de oito grupos distintos na menor distância Euclidiana observada (Fig 1), sendo os genótipos IAC Caiapó

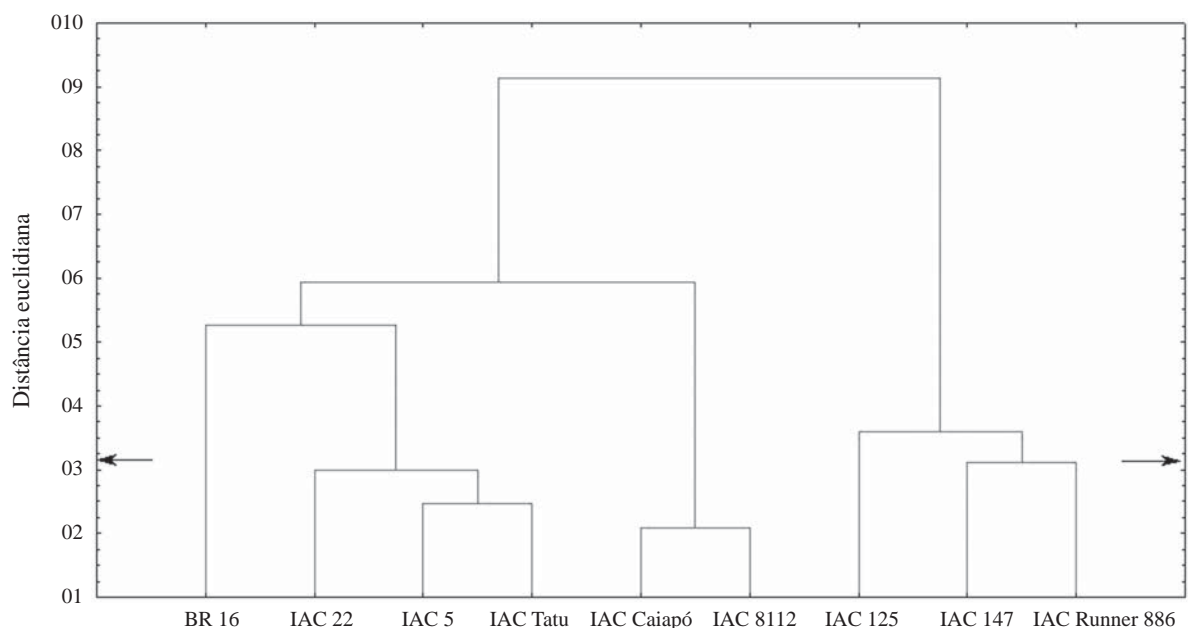


Fig 1 Dendrograma baseado nos parâmetros biológicos de *Anticarsia gemmatalis* alimentada em oito genótipos de amendoim e um de soja. O método de aglomeração utilizado foi o de Ward com a medida de distância de dissimilaridade euclidiana. Setas indicam a altura euclidiana utilizada para separação dos grupos.

Tabela 1 Análise de *K-means* utilizando três grupos formados em função dos parâmetros biológicos avaliados de *Anticarsia gemmatalis* alimentada em oito genótipos de amendoim e um de soja.

Genótipo	P.L.	Per.L.M.	Per.L.F.	Cons.F.	P.P.M.	P.P.F.	Per.P.M.	Per.P.F.	Long.M.	Long.F.
Grupo 1										
BR 16	0,1117	17	16	48,68	0,2753	0,2318	10	9	5	5
Grupo 2										
IAC 8112	0,1052	16	17	69,59	0,2483	0,2348	11	10	5	5
IAC Caiapó	0,0952	17	17	73,53	0,2702	0,2445	11	10	5	5
IAC Tatu	0,0982	16	16	61,89	0,2315	0,1998	11	10	3	4
IAC 5	0,0988	16	16	65,56	0,2502	0,2327	10	10	4	4
IAC 22	0,0988	17	17	66,40	0,2512	0,1995	10	9	4	5
Grupo 3										
IAC Runner	0,0606	18	17	60,37	0,2205	0,1988	11	10	3	4
IAC 147	0,0585	18	18	63,56	0,2168	0,1887	10	9	4	3
IAC 125	0,0727	18	17	66,75	0,2607	0,2302	10	10	4	4

P.L. = peso larval, Per.L.M. = período larval de macho, Per.L.F. = período larval de fêmea, Cons.F. = consumo foliar, P.P.M. = peso pupal de macho, P.P.F. = peso pupal de fêmea, Per.P.M. = período pupal de macho, Per.P.F. = período pupal de fêmea, Long.M. = longevidade de macho, Long.F. = longevidade de fêmea.

e IAC 8112 os primeiros a se agruparem nessa distância.

Analisando os dados por *K-means*, utilizando três grupos (Tabela 1), BR 16 formou um grupo isolado; entretanto, no dendrograma esse genótipo pertencia ao grupo com IAC 22, IAC 5 e IAC Tatu. Com quatro grupos (Tabela 2), BR 16, que no dendrograma apresentava-se isolado como suscetível, foi inserido no grupo com IAC Tatu, IAC 5 e IAC 22, enquanto IAC 125, que pertencia ao grupo de IAC 147 e IAC Runner 886, ficou separado.

Ao formar cinco grupos (Tabela 3), as análises por *K-means* resultaram em agrupamentos idênticos aos do dendrograma. Na separação em seis grupos (Tabela 4), apenas IAC 8112 e IAC Caiapó mantiveram-se iguais nos dois métodos de agrupamento, pois BR 16 uniu-se a IAC 22, enquanto IAC 5 e IAC Tatu, que no dendrograma estavam juntos, ficaram sozinhos, e IAC Runner 886, que estava agrupado com IAC 147, ficou isolado, inserindo-se em sua posição o genótipo IAC 125.

Tabela 2 Análise de *K-means* utilizando quatro grupos formados em função dos parâmetros biológicos avaliados de *Anticarsia gemmatalis* alimentada em oito genótipos de amendoim e um de soja.

Genótipo	P.L.	Per.L.M.	Per.L.F.	Cons.F.	P.P.M.	P.P.F.	Per.P.M.	Per.P.F.	Long.M.	Long.F.
Grupo 1										
IAC Tatu	0,0982	16	16	61,89	0,2315	0,1998	11	10	3	4
BR 16	0,1117	17	16	48,68	0,2753	0,2318	10	9	5	5
IAC 5	0,0988	16	16	65,56	0,2502	0,2327	10	10	4	4
IAC 22	0,0988	17	17	66,40	0,2512	0,1995	10	9	4	5
Grupo 2										
IAC 125	0,0727	18	17	66,75	0,2607	0,2302	10	10	4	4
Grupo 3										
IAC 8112	0,1052	16	17	69,59	0,2483	0,2348	11	10	5	5
IAC Caiapó	0,0952	17	17	73,53	0,2702	0,2445	11	10	5	5
Grupo 4										
IAC Runner	0,0606	18	17	60,37	0,2205	0,1988	11	10	3	4
IAC 147	0,0585	18	18	63,56	0,2168	0,1887	10	9	4	3

P.L. = peso larval, Per.L.M. = período larval de macho, Per.L.F. = período larval de fêmea, Cons.F. = consumo foliar, P.P.M. = peso pupal de macho, P.P.F. = peso pupal de fêmea, Per.P.M. = período pupal de macho, Per.P.F. = período pupal de fêmea, Long.M. = longevidade de macho, Long.F. = longevidade de fêmea.

Tabela 3 Análise de *K-means* utilizando cinco grupos formados em função dos parâmetros biológicos avaliados de *Anticarsia gemmatalis* alimentada em oito genótipos de amendoim e um de soja.

Genótipo	P.L.	Per.L.M.	Per.L.F.	Cons.F.	P.P.M.	P.P.F.	Per.P.M.	Per.P.F.	Long.M.	Long.F.
Grupo 1										
IAC 125	0,0727	18	17	66,75	0,2607	0,2302	10	10	4	4
Grupo 2										
BR 16	0,1117	17	16	48,68	0,2753	0,2318	10	9	5	5
Grupo 3										
IAC Runner	0,0606	18	17	60,37	0,2205	0,1988	11	10	3	4
IAC 147	0,0585	18	18	63,56	0,2168	0,1887	10	9	4	3
Grupo 4										
IAC Tatu	0,0982	16	16	61,89	0,2315	0,1998	11	10	3	4
IAC 5	0,0988	16	16	65,56	0,2502	0,2327	10	10	4	4
IAC 22	0,0988	17	17	66,40	0,2512	0,1995	10	9	4	5
Grupo 5										
IAC 8112	0,1052	16	17	69,59	0,2483	0,2348	11	10	5	5
IAC Caiapó	0,0952	17	17	73,53	0,2702	0,2445	11	10	5	5

P.L. = peso larval, Per.L.M. = período larval de macho, Per.L.F. = período larval de fêmea, Cons.F. = consumo foliar, P.P.M. = peso pupal de macho, P.P.F. = peso pupal de fêmea, Per.P.M. = período pupal de macho, Per.P.F. = período pupal de fêmea, Long.M. = longevidade de macho, Long.F. = longevidade de fêmea.

Tcacenco (1994) também encontrou resultados similares ao testar esses dois métodos multivariados na seleção de genótipos de forrageiras; no entanto, apesar de alguns acessos mudarem de agrupamento, houve pouca alteração dos grupos.

A análise de componentes principais (Fig 2) mostrou que as distribuições dos genótipos formaram cinco grupos idênticos aos obtidos por *K-means* e dendrograma. É possível observar também os parâmetros que mais contribuíram para a seleção dos genótipos. Analisando o componente principal 1,

Tabela 4 Análise de *K-means* utilizando seis grupos formados em função dos parâmetros biológicos avaliados de *Anticarsia gemmatalis* alimentada em oito genótipos de amendoim e um de soja.

Genótipo	P.L.	Per.L.M.	Per.L.F.	Cons.F.	P.P.M.	P.P.F.	Per.P.M.	Per.P.F.	Long.M.	Long.F.
Grupo 1										
BR 16	0,1117	17	16	48,68	0,2753	0,2318	10	9	5	5
IAC 22	0,0988	17	17	66,40	0,2512	0,1995	10	9	4	5
Grupo 2										
IAC 5	0,0988	16	16	65,56	0,2502	0,2327	10	10	4	4
Grupo 3										
IAC Tatu	0,0982	16	16	61,89	0,2315	0,1998	11	10	3	4
Grupo 4										
IAC 147	0,0585	18	18	63,56	0,2168	0,1887	10	9	4	3
IAC 125	0,0727	18	17	66,75	0,2607	0,2302	10	10	4	4
Grupo 5										
IAC 8112	0,1052	16	17	69,59	0,2483	0,2348	11	10	5	5
IAC Caiapó	0,0952	17	17	73,53	0,2702	0,2445	11	10	5	5
Grupo 6										
IAC Runner	0,0606	18	17	60,37	0,2205	0,1988	11	10	3	4

P.L. = peso larval, Per.L.M. = período larval de macho, Per.L.F. = período larval de fêmea, Cons.F. = consumo foliar, P.P.M. = peso pupal de macho, P.P.F. = peso pupal de fêmea, Per.P.M. = período pupal de macho, Per.P.F. = período pupal de fêmea, Long.M. = longevidade de macho, Long.F. = longevidade de fêmea.

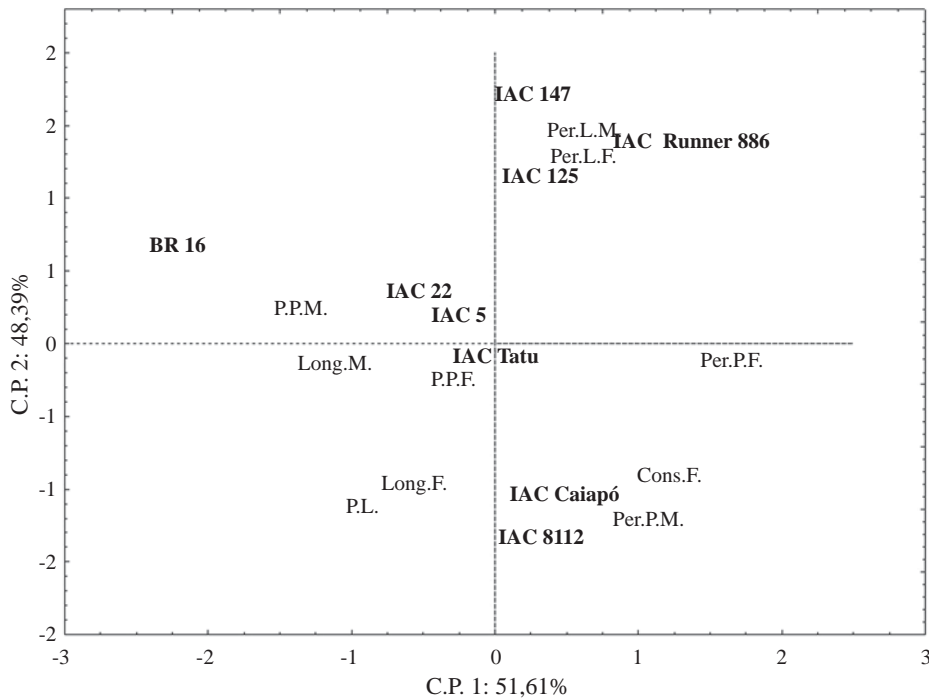


Fig 2 Gráfico biplote com a análise de componentes principais de oito genótipos de amendoim e um de soja utilizados para alimentação de *Anticarsia gemmatalis*, mais os parâmetros avaliados.

os parâmetros período larval e pupal, além de consumo foliar, apresentam maior correlação com genótipos resistentes (IAC 147, IAC 125 e IAC Runner 886) por estarem projetados na mesma direção dos genótipos e distantes do centro dos eixos. Entretanto, ao analisar o componente principal 2, somente os parâmetros período larval de macho e de fêmea estão

projetados na mesma direção desses genótipos, sendo então os mais correlacionados com a formação deste grupo. Para o genótipo suscetível Br 16, analisando o componente principal 1, os parâmetros peso de lagarta e de pupa, e longevidade de macho e fêmea estão projetados no mesmo sentido, sendo somente o peso de pupa macho projetado no mesmo

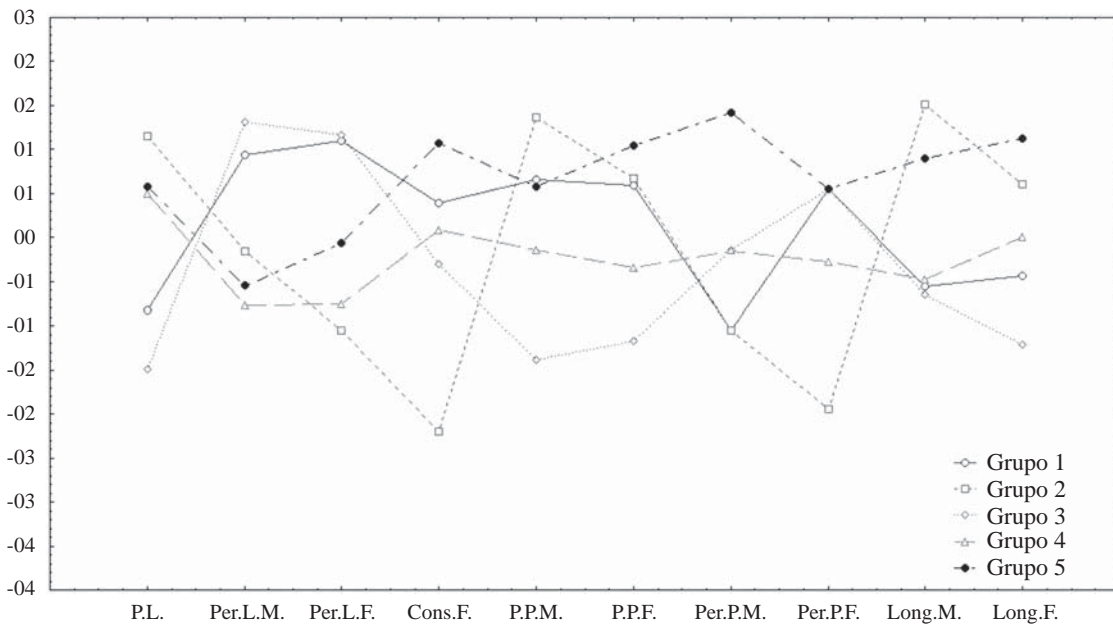


Fig 3 Médias dos parâmetros biológicos avaliados de *Anticarsia gemmatalis* alimentada em oito genótipos de amendoim e um de soja para os cinco grupos formados pelo método de *K-means*. P.L. = peso larval, Per.L.M. = período larval de macho, Per.L.F. = período larval de fêmea, Cons.F. = consumo foliar, P.P.M. = peso pupal de macho, P.P.F. = peso pupal de fêmea, Per.P.M. = período pupal de macho, Per.P.F. = período pupal de fêmea, Long.M. = longevidade de macho, Long.F. = longevidade de fêmea.

quadrante de BR 16, ao analisar o componente principal 2.

Apesar de esta análise informar quais são os parâmetros mais importantes na explicação da variabilidade genética dos genótipos, não é mostrado se esses parâmetros afetam de forma positiva ou negativa o inseto. Assim, foi construído um gráfico com os valores médios do desempenho dos cinco grupos em cada variável estudada (Fig 3). Indivíduos alimentados em soja BR 16 (grupo 2) obtiveram maiores pesos de lagarta e de pupa e apresentaram menores períodos larvais (fêmea) e de pupa (macho e fêmea). Bortoli *et al* (2005) compararam a biologia de *A. gemmatalis* em soja e em amendoim e também constataram que lagartas alimentadas com folhas de amendoim apresentam maior período larval e menor peso quando comparadas com lagartas alimentadas com soja.

Em relação ao consumo foliar, o grupo de lagartas alimentadas com BR 16 (grupo 2) apresentou menores valores, demonstrando sua melhor qualidade nutricional para *A. gemmatalis* quando comparada ao amendoim. Piubelli *et al* (2005), avaliando a capacidade de assimilação alimentar de *A. gemmatalis* em genótipos de soja, observaram que nem sempre o acréscimo de peso dos insetos tem relação significativa com o aumento no consumo do alimento, pois é necessário que o alimento ingerido tenha alto índice de digestibilidade. Portanto, alimentos de fácil digestão podem proporcionar maiores ganhos de massa corpórea que um de baixa digestibilidade, mesmo se a dieta de alta digestibilidade for ingerida em menores quantidades.

Entre os genótipos de amendoim, destacaram-se IAC 147 e IAC Runner 886 por estarem mais distantes de BR 16, mantendo-se num grupo separado dos demais genótipos, ou seja, causaram maiores efeitos deletérios ao desenvolvimento do inseto.

Em relação às análises de agrupamento, os dois métodos utilizados (dendrograma obtido pelo método de aglomeração de Ward e *K-means*) foram eficientes na seleção de genótipos resistentes, podendo ser complementares à análise de componentes principais e vice-versa.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de mestrado ao primeiro autor e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de produtividade concedida ao segundo autor.

Referências

- Bortoli S A, Doria H O S, Albergaria N M M S, Murata A T, Vescove H V (2005) Aspectos biológicos e nutricionais de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja, amendoim e dieta artificial. Bol San Veg Plagas 31: 171-178.
- Du Toit S H C, Stein A G W, Stumpf R H (1986) Graphical exploratory data analysis. New York, Springer Verlag, 314p.
- Gabriel D, Novo J P S, Godoy J I, Barbosa J P (1996) Flutuação populacional de *Enneothrips flavens* Moul. em cultivares de amendoim. Bragantia 55: 253-257.
- Hoffmann-Campo C B, Oliveira E B, Moscardi F (1985) Criação massal da lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis*. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 23p.
- Lara F M (1991) Princípios de resistência de plantas a insetos. São Paulo, Ícone, 336p.
- Martin P S (1987) Amendoim: uma planta de história no futuro brasileiro. 2ed. São Paulo, Ícone, 68p.
- Moraes A R A, Lourenção A L, Godoy J I, Teixeira G C (2005) Infestation by *Enneothrips flavens* Moulton and yield of peanut cultivars. Sci Agric 62: 469-472.
- Piubelli G C, Hoffmann-Campo C B, Arruda I C, Lara F M (2003) Nymphal development, lipid content, growth and weight gain of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) fed on soybean genotypes. Neotrop Entomol 32: 127-132.
- Piubelli G C, Hoffmann-Campo, C B, Moscardi F, Miyakubo S H, Oliveira M C N (2005) Are chemical compounds important for soybean resistance to *Anticarsia gemmatalis*? J Chem Ecol 31: 1509-1525.
- Scarpellini J R, Nakamura G (2002) Controle do tripses *Enneothrips flavens* (Moulton, 1941) (Thysanoptera: Thripidae) e efeito na produtividade do amendoim. Arq Inst Biol 69: 85-88.
- Sichmann W (1963) Principais pragas da cultura do amendoim. Bol Campo 173: 19-22.
- Sneath P H A, Sokal R R (1973) Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification. San Francisco, W H Freeman & Co, 573p.
- STATISTICA. 2001. STATSOFT (Data analysis software system and user's manual). Versión 6, StatSoft Inc., Tulsa.
- Tcenceno F A (1994) Avaliação de forrageiras nativas e naturalizadas no vale do Itajaí, Santa Catarina. Pesq Agropec Bras 29: 475-489.

Received 05/XII/07. Accepted 12/I/10.